

# 放射性核種を利用した環境変動解析: 湖底堆積物中のウラン・トリウム同位体

著者	山本 政儀
雑誌名	平成19(2007)年度 科学研究費補助金 基盤研究(C) 研究成果報告書
巻	2006-2007
ページ	9p.
発行年	2008-03-01
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/48740">http://hdl.handle.net/2297/48740</a>

# 放射性核種を利用した環境変動解析 —湖底堆積物中のウラン・トリウム同位体—

18510008

平成18年度から平成19年度科学研究費補助金  
(基盤研究(C)) 研究成果報告書

平成20年3月

代表者 山本政儀

金沢大学附属図書館

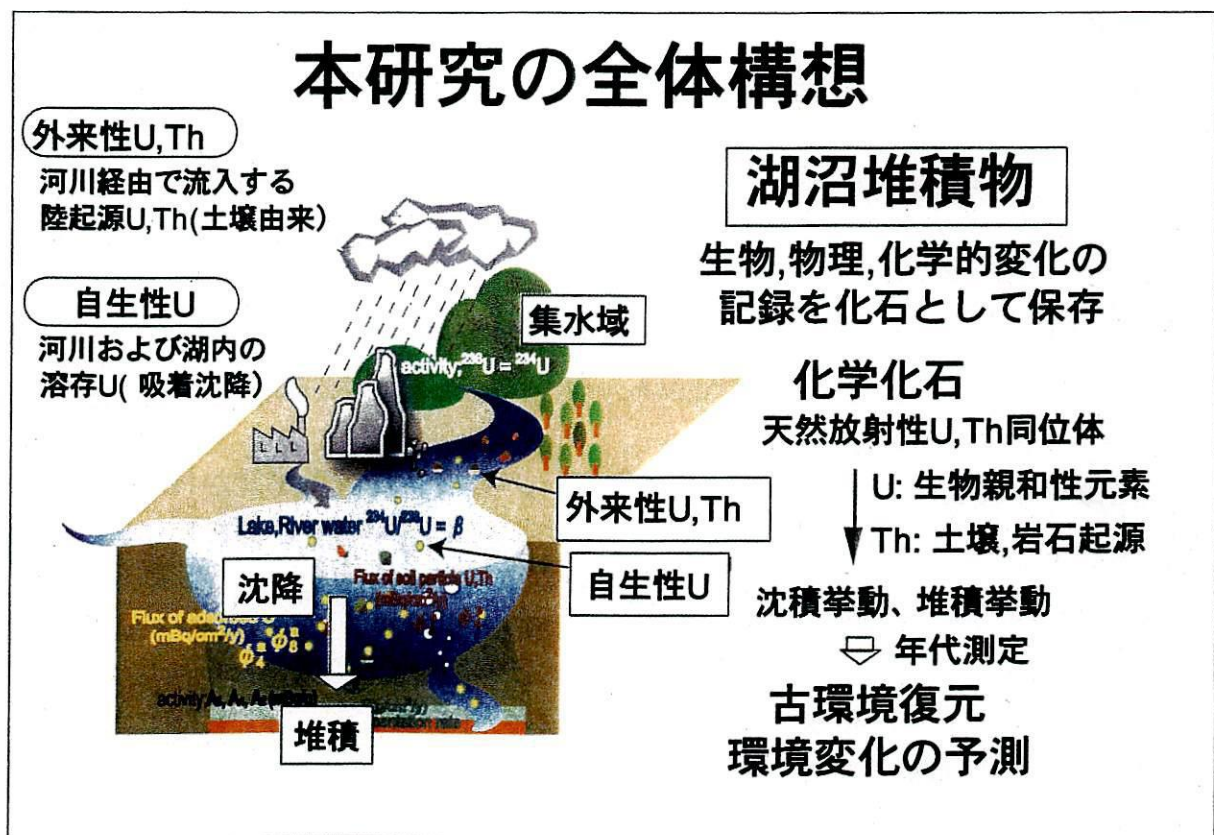


1300-04680-5

本海域環境研究センター・教授

## 1. はじめに

急速に進行する地球環境変動を予測するためには、過去における地球環境変動の情報をも的確に把握することが急務となっている。地球規模の環境変動の情報は、大洋底堆積物や極域の氷床コアから平均化された変動として得られてきた。また同時に、生物と絡む陸域での環境変動情報取得も重要であり大陸にある古代湖堆積物の解析が進められている。湖底堆積物は、過去における流域の変動や湖内で生息した生物などの気候変動に絡む物理、化学、生物的变化のグローバルあるいはローカルな記録をそれぞれの化石として保存している。化学成分は堆積当時を保存しているとは限らないが、基礎的な検討を通じての適当な手法を用いれば化学成分からの情報も古環境解析に大いに役立つ。右図に研究の全体像を示す。本研究は化学情報、特に化学化石の一つである地殻物質、天然放射性元素ウラン(U)・トリウム(Th)に着目し、湖沼堆積物中のU・Th同位体測定を実施し、それらの堆積物への移行・堆積挙動から周辺の古環境解析を行う。最終的には、湖底堆積物コア中のU,Th同位体記録から環境変遷史を解読する新たな時計を提示し年代測定、環境変動解析に役立てる。



## ① 研究課題の具体的な目標

本研究では、自然-人間系の相互作用の結果生ずる環境変動変遷の記録計として、従来からの堆積物の物理特性<sup>□</sup> や無機・有機化学成分測定等からの情報に加えて、新規に化学化石の一つで放射性のウラン(U)(トリウム(Th)も含む)同位体組成を指標にする。過去の自然(気候変動、降水量変化、突発現象生起など)および人為的(土地利用形態の変化、富栄養化の進展など)活動の事例と組み合わせて湖およびその周辺の古環境変動を復元する基礎研究を目指す。湖沼中には、流域の土地利用形態、地形、植生、さらに湖沼の物性、水の挙動を反映して河川を通じて流入したさまざまな粒度の土壌粒子等が湖内で生産された自生性物質と共に年輪を形成して沈降・堆積している。天然放射性核種であるウランは、流入する土壌粒子そのものに含まれていると同時に、湖内では溶存 U が主に自生性物質や土壌粒子に吸着・付着して沈積・固定する。これらの沈積過程、少なくとも土壌粒子として河川等から流入する外来性 U 成分(自然変動の指標)と湖内で吸着する自生性 U 成分(植物・動物プランクトンなどの自生性物質の増加をもたらす富栄養化などの人為活動および気候変動の指標)を識別し、過去の自然・人間活動史の事例との対応で解析することで新たな発想・展開が期待できる。識別は、同位体比  $U-234/U-238$ ,  $Th-232/U-238$  放射能比などから可能である。ここでは、この一つの新しい切り口を検証しより普遍的なものにするために、湖内での U(Th)の沈降メカニズム、堆積物コアでの U,Th 変動と他の物理、化学、生物学的パラメータの関係を検討する。湖沼として、琵琶湖(沈降メカニズム解明)およびロシアのバイカル湖、モンゴル国のフブスグル湖(ロングコア解析からの気候変動との関連解明)を対象とする。

## ② この研究の特色・独創性および予想される結果と意義

地球環境変動問題は、大きく見ればグローバル変化に重点が置かれがちだが、そのおこり方は地域の自然と人間系の相互作用によって種々さまざまに異なる。それ故、地域からグローバルへとつながるさまざまな角度から見た、地域における自然-人間系の相互作用の実態の環境変動変遷を科学的に解明し将来動向の予知・予測に生かす研究が極めて重要となっている。地域での環境変動解析の比較・結束がグローバルな問題解決の思索につながると言う発想は極めて重要である。地域ごとの湖沼の堆積物を通じて、新たに U(Th)同位体組成の変化解明手法を導入して環境変動を定量化しようとするもので、現在までこのような視点での研究が行われている例はほとんどない。U(Th)の沈降過程の基礎検討を行えば、自然-人間系の相互作用による結果としての環境変動解明研究の一つの方向性のみならず

新たな展開を提示できる。Uは、天然で3種類の同位体 U-238,U-235,U-234, Thは Th-232,Th-230,Th-228 から成る。これら核種間の放射能比は、岩石では放射平衡状態にあるが、湖水では放射非平衡状態になっている場合が多く、それ故に、堆積物でこれらの比が環境変化などに絡んで変化する。この放射能比の用い方がキー・ポイントである。この研究は、最終的には古環境解明に寄与することを目的としているが、湖水のウラン(トリウム)の堆積挙動を含む物質循環解決、さらに堆積物で測定困難な数万から100 万年代の年代に対しての U-238-U-234 および U-238(U-234)-Th-230 年代測定法の妥当性の検証にも大きく貢献できる。

### ③ 国内外の研究状況

地球の環境変動解析は、上述したように海洋底堆積物や極域の氷床コアを用いて進められてきた。また、古代湖の堆積物コアについても、陸域環境での気候変動解析の目的で研究が行われ、長期環境変動の解明の研究は、日本を問わず世界各国で盛んに行われている。陸域で顕著な例は、日米ロ三カ国で進められているバイカルドリリングプロジェクト(1994-)である。最近、モンゴルのフブスグル湖でも比較研究が実施されている。バイカル湖は3000 万年の歴史が有り、湖底堆積物が地球の環境変動を良く記録していることが明らかにされており、ユーラシア大陸北東域、過去1200 万年の環境変動が解明されつつある。バイカル湖では、有機炭素、ケイ藻(Bio-SiO<sub>2</sub>)、さらに無希元素、特にUの変動が気候・環境変動の指標になっている。バイカル湖のアカデミシャン湖嶺で採取したコアにおいては、Bio-SiO<sub>2</sub>とUの極めて良い深度分布の相関が得られている。しかし、何故Uとの相関が良いのかなどUの沈降メカニズムさらに気候・環境変動との関係については依然として不明な点が多い(Edgington et al.,1996)。国内においては、U(Th)同位体組成による新たな切り口での研究はなされていない。

#### [引用文献]

D. N. Edgington, J. A. Robbins, S. M. Colman, K.A. Orlandini, M. P. Gustin: Uranium-series disequilibrium, sedimentation, diatom frustules and paleoclimate change in Lake Baikal, *Earth Planet. Sci. Lett.*,142, 29-42 (1996).

## II. 研究組織

研究代表者： 山本政義  
(金沢大学・環日本海域環境研究センター・教授)

研究分担者： 柏谷健二  
(金沢大学・環日本海域環境研究センター・教授)

研究協力者： 坂口 綾  
(金沢大学大学院・自然科学研究科物質科学専攻・  
後期博士課程)

富田純平  
(金沢大学大学院・自然科学研究科物質科学専攻・  
後期博士課程)

美濃健太  
(金沢大学理学部・化学科・核地球化学講座)

交付決定額（配分額）			（金額単位：円）
	直接経費	間接経費	合計
平成18年度	1,900,000	0	1,900,000
平成19年度	1,700,000	510,000	2,210,000
総計	3,600,000	510,000	4,110,000

### III.研究発表

#### (1) 学術論文

1. A. Sakaguchi, M. Yamamoto, J. Tomita, K. Mino, K. Sasaki, K. Kashiwaya, T. Kawai: Uranium-series chronology for lake sediments (HDP-04) with 1 Ma uranium and thorium Isotope distributions, Lake Hovsgol, Mongolia: Internal. Quaternary J.: (submitted, 2007)
2. K. Kashiwaya, S. Ochiai, G. Sumino, T. Tsukamoto, A. Szyniszewska, M. Yamamoto, A. Sakaguchi, N. Hasebe, H. Sakai, T. Watanabe, T. Kawai: High-resolution record of long-term solar insolation in high-plateau lacustrine sediments of Lake Hovsgol, Mongolia.  
PALEO (submitted, 2007)
3. A. Sakaguchi, M. Yamamoto, J. Tomita, K. Mino, K. Sasaki, K. Kashiwaya, T. Kawai: Uranium-series chronology for lake sediments (HDP-04) with 1 Ma uranium and thorium Isotope distributions, Lake Hovsgol, Mongolia: Internal. Quaternary J.: (submitted, 2007)
4. Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Sasaki, K. and Kashiwaya, K.: Uranium and thorium isotope distribution in an offshore bottom sediment core of the Selenga Delta, Lake Baikal, Siberia, *J. Paleolimnol.*, 35, 1-12 (2006).
5. Aota, Y., Kumagai, M. and Kashiwaya. K.: Estimation of Vertical Mixing Based on Water Current Monitoring in the Hypolimnion of Lake Biwa. JSME (The Japan Society of Mechanical Engineers) International Journal Series B (2006)
6. Aota, Y., Kumagai, M. and Kashiwaya. K.: Estimation of Vertical Mixing Based on Water Current Monitoring in the Hypolimnion of Lake Biwa. JSME (The Japan Society of Mechanical Engineers) International Journal Series B, 49-3 (2006)
7. Kenji Kashiwaya, Lake-Catchment System and Kosa-covering Area in East Eurasia, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Korea-Japan Joint International Workshop (2006)
8. Kenji Kashiwaya, Shinya Ochiai, Gen Sumino, Takuya Tsukamoto, Anna Szyniszewska, Hideo Sakai, Takayoshi Kawai, Environmental changes in lake-catchment systems inferred from Baikal district, ABSTRACT The 5<sup>th</sup> International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas (2006)
9. Hovsgol Drilling Project Group: T. Kawai, K. Kashiwaya, M. I. Kuzmin, A. A. Prokopenko, D. Tomurhoo et al.: Structure of bottom sediments in Lake Hovsgol: geological and climate controls, *Russian Geology and Geophysics* 48, 863-885.

## (2) 学会発表

1. T. Itono and K. Kashiwaya, Hydro-environmental fluctuations around Lake Biwa during the past 2000 years, Taiwan and Japan Joint Symposium on Geomorphological Hazards and Management, Taiwan, 2008.3.17-22
2. Orkhonselenge, A (Kanazawa Univ.)・Kashiwaya Kenji (Kanazawa Univ.)・Krivonogov, Sergey K (SB RAS)・Ochiai Shinya (Kanazawa Univ.) : Paleoenvironmental changes in Lake Hovsgol (Khuvsugul) catchment, Mongolia during the past 10 000 years, 日本地形学連合 2007 年春季大会、京都、2007.3.17-18
3. K. Kashiwaya, Lakes and lake systems, Joint Meeting of the International Association of Geomorphologists, Working Group on Geomorphology and Global Environmental Change and the Austrian Commission on Geomorphology, Obergurgl, Austria, 2007.9.2-7
4. Yasuaki Aota, Kenji Kashiwaya and Michio Kumagai, Vertical Mixing of Lake Water and Sediment Transport Based on Four Year Continuous Monitoring in the Hypolimnion of Lake Biwa, 4<sup>th</sup> CJK International Workshop on Present Earth Surface Processes and Historical Environmental Changes in East Asia—Modern Lake-Catchment Processes and Human Activity in East Asia, Nanjing, China, 2007.9.17-21
5. Taeko Itono and Kenji Kashiwaya, Hydro-environmental fluctuations around Lake Biwa during the past 2000 years, 4<sup>th</sup> CJK International Workshop on Present Earth Surface Processes and Historical Environmental Changes in East Asia—Modern Lake-Catchment Processes and Human Activity in East Asia, Nanjing, China, 2007.9.17-21
6. 柏谷健二, 湖沼一流域系における地表過程と環境変動, 日本地球惑星科学連合 2007 年大会, 幕張, 2007.5.20-25
7. A. Sakaguchi, M. Yamamoto, K. Sasaki, J. Tomita, S. Ochiai, H. Nakagawa, K. Kashiwaya: Uranium (U-238 and U-234) and thorium (Th-232 and Th-230) records in Late Quaternary bottom sediment core of the Academician Ridge from Lake Baikal (Siberia), 金沢大学 21 世紀 COE プログラム・環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測-若手研究発表会, 金沢大, 2007/3/13-14
8. 伊藤一充, 長谷部徳子, 住田亮輔, 柏谷健二, 荒井章司, 山本政儀, 雁沢芳博: 第四紀の環境変動への時間指標: 湖底堆積物の年代決定, 金沢大学 21 世紀 COE プログラム・環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測-若手研究発表会, 金沢大, 2007/3/13-14
9. 坂口 綾, 山本政儀, 佐々木圭一, 柏谷健二, 河合崇欣: 湖沼堆積物中のウラン・トリウム同位体からみる古環境情報-フブスグル湖, モンゴル, BICER シンポジウム 2007, 名古屋大学, 名古屋, 2007/5/26-27
10. 山本政儀, ”湖沼堆積物のウラン・トリウム同位体組成から見る古環境情報-バイカ



- ル湖およびフブスグル湖”，第27回石橋雅義先生祈念講演会（第22回海洋化学  
学術賞（石橋賞）授賞式），京都大学百周年時計台記念館，京都，2007/4/28
11. 鈴木 款，青野辰雄，石川義明，山本政儀，海水中の有機物の挙動と放射性核種  
相互の関係，2007 日本放射化学会年会・第51回放射化学討論会，静岡，2007/9/24-26
  12. 山本政儀，天然および人工放射性核種の地球化学的研究への利用 - 陸域環境，  
主催：平成19年度生命環境科学連体教育研究活動支援プログラム「トレーサーに  
よる流域圏水・物質循環研究」，平成19年度ブレ戦略イニシアティブ「流域圏にお  
ける水・物質循環科学教育研究拠点」，筑波大学，総合研究棟 A 110 公開講義室  
2007/11/14.
  13. A. Sakaguchi, M. Yamamoto, K. Sasaki, K. Fukushi, K. Kashiwaya, T. Kawai, Uranium  
and thorium isotopes distribution in bottom sediments of lake Hovsgol, Mongolia:  
Sedimentary behavior and application to dating, Inter. Symp. on terrestrial environmental  
changes in far Eurasia and adjacent areas - Environmental and climatic changes and  
biodiversity in east Eurasia and adjacent areas, Irkutsk-Listvyanka, Russia, August  
24-28, 2007
  14. Kenji Kashiwaya, Present Earth Surface Processes and Environmental Changes in  
Lake-catchment Systems in North-East Asia, 2<sup>nd</sup> Japan-China Joint International  
Workshop, Earth Surface Processes and Environmental Changes in North-East Asia,  
Kanazawa, Japan, 2007.1.29-31
  15. 坂口 綾，山本政儀，富田純平，落合伸也，中川裕文，柏谷健二，天然放射性核  
種 U・Th の湖底堆積物情報 - バイカル湖，2006 年度地球化学会第53回年会，  
東京，(2006.9.13-15).
  16. 山本政儀，坂口 綾，富田純平，柏谷健二，湖底堆積物中のウラン・トリウム同  
位体変動—モンゴル・フブスグル湖，2006 年日本放射化学会年会，水戸  
(2006.10.24-27).
  17. Yamamoto, M., Sakaguchi, A., Tomita, J., Uranium-series disequilibrium application to  
lake sediments in geochronology – a short general review, 3<sup>rd</sup> Korea-Japan Joint  
International Workshop on Present Earth Surface Processes and Historical Environmental  
Changes in East Asia, September 26-30, 2006, Seoul,
  18. Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Tomita, J., Kofuji, H., Aota, Y., Yokota, K., Kumagai, M.,  
Uranium and thorium isotopes in lake sediments-lake Biwa system in Japan: To obtain  
insight into their paleoenvironmental implications, *ibid.*
  19. Kenji Kashiwaya, Long-term Environmental Changes in A Lake-Catchment System  
Inferred from the High Plateau Lacustrine Sediments of Lake Hovsgol, Mongolia, Joint  
International Symposium, Environmental Changes and Earth Surface Processes in  
Semi-arid and Temperate Areas, Ulaanbaatar, Mongolia, 2006.6.9-11

20. Kenji Kashiwaya, Shinya Ochiai, Gen Sumino, Takuya Tsukamoto, Anna Szyniszewska, Hideo Sakai and Takayoshi Kawai, Long-term environmental changes in a lake-catchment system inferred from Baikal district sediment information (Lake Baikal and Lake Hovsgol)、国際シンポジウム「氷期サイクルの謎にせまる—氷河期の気候ダイナミクス—」名古屋、2006.11.13-15
21. Kenji Kashiwaya, Environmental changes in lake-catchment systems inferred from Baikal district, The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas – The daybreak of Paleoenvironmental dynamics -, Nagoya, Japan, 2006.12.5-9
22. 柏谷健二・山本 政儀・佐藤 努ほか、ユーラシア東部・環日本海域における地表プロセスと湖沼-流域系情報、日本地球惑星科学連合 2006 年大会、幕張メッセ国際会議場、2006.5.14-18

### (3) 図書

1. 坂口 綾、山本政儀、ウラン系列核種を利用した年代測定—堆積物への応用、第四紀研究を推進する最先端の年代測、デジタルブック最新第四紀学、<http://staff.asit.go.jp/t-azuma/50QRCD/index.html>. (代表：中村俊夫)分担執筆 2007.
2. 柏谷健二 (分担)、陸水の事典 (日本陸水学会編)、講談社、578p.(2006)
3. 柏谷健二 (分担)、東アジアモンスーン域の湖沼と流域(坂本充・熊谷道夫編)、名古屋大学出版会、347p (2006)
4. 柏谷健二 (分担)、Past, Present and Future Environments of Pan-Japan Sea Region, Maruzen, (2006)
5. 柏谷健二、環境の地球化学、培風館.